

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-055919

(43)Date of publication of application : 03.03.1995

(51)Int.Cl.

G01S 7/521

(21)Application number : 05-206196

(71)Applicant : OKUYAMA MASANORI

(22)Date of filing : 20.08.1993

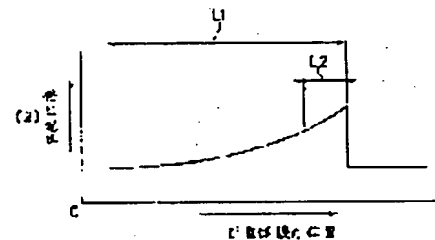
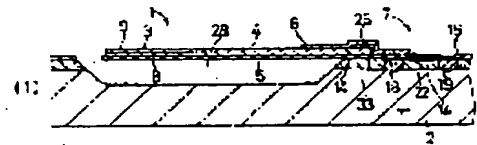
(72)Inventor : OKUYAMA MASANORI

## (54) ULTRASONIC SENSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve sensitivity and to further prevent entrance of noise.

CONSTITUTION: A cantilever beam type piezoelectric film 3 is supported to a silicon semiconductor substrate 2. A pair of electrodes 5, 6 are formed on both surfaces of the film 3 in a thickness direction in such a manner that any of the electrodes is formed only in the vicinity of a base end 4 thereby to lead a piezoelectric detection voltage near the end 4 to be operated by a large stress as it is, thereby improving sensitivity. A source follower using a field effect transistor 7 is provided on the substrate 2, and entrance of noise such as induction noise and popcorn noise is prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3240219

[Date of registration] 12.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-55919

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 7/521		9382-5 J	G 0 1 S 7/ 52	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-206196

(22) 出願日 平成5年(1993)8月20日

(71) 出願人 592111997

奥山 雅則

兵庫県宝塚市伊子志4丁目2番60-607号

(72) 発明者 奥山 雅則

兵庫県宝塚市伊子志4丁目2番60-607号

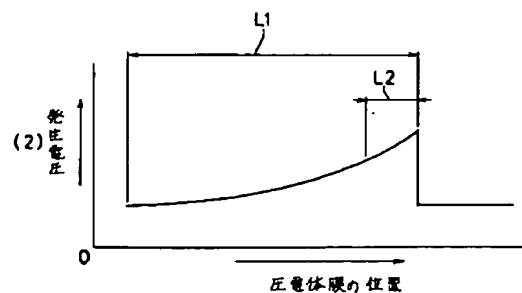
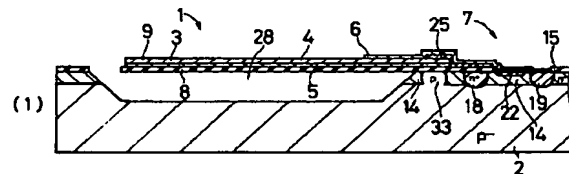
(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 超音波センサ

(57) 【要約】

【目的】 感度の向上を図り、さらにノイズの混入を防ぐ。

【構成】 シリコン半導体基板上に片持ち梁形式で圧電体膜を支持して形成し、その圧電体膜の厚み方向の両表面に一对の各電極を形成し、いずれか少なくとも一方の電極は、基端部付近にのみ形成し、これによって大きな応力が作用する基端部付近における圧電検出電圧をそのまま導出して感度の向上を図ることができる。この半導体基板上に、電界効果トランジスタを用いたソースホロウ回路を設け、これによって誘導ノイズおよびポップコーンノイズなどのノイズの混入を防ぐ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体膜を片持ち梁形式で支持体に支持し、圧電体膜の基端部付近を含む厚み方向の両表面に一对の各電極を形成した超音波センサにおいて、少なくともいずれか一方の電極は、前記基端部付近にのみ形成されることを特徴とする超音波センサ。

【請求項2】 圧電体膜を片持ち梁形式で半導体基板上に支持し、圧電体膜の基端部付近を含む厚み方向の両表面に一对の各電極を形成した超音波センサにおいて、前記半導体基板上に、前記電極に接続されかつノイズを減らす回路を形成したことを特徴とする超音波センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波センサに関する。

【0002】

【従来の技術】典型的な先行技術は特開昭61-220596に開示されている。この先行技術では、半導体基板に圧電膜を片持ち梁形式で形成し、その圧電膜の厚み方向の両表面の全面に一对の各電極を形成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような先行技術では、上述のように圧電膜の厚み方向の両表面に全面にわたって電極が形成されているので、感度が低いという問題がある。圧電膜には、その基端部付近で大きな応力が作用し、その基端部付近での発生電圧が大きい。それにも拘わらず前述のように半導体膜の厚み方向の両表面の全面にわたって電極が形成されるので、これらの両電極から導出される出力電圧がいわば平均化されてしまい、その出力電圧が低くなり、したがって感度が低い。

【0004】本発明の主な目的は、感度を向上した超音波センサを提供することである。

【0005】またこのような先行技術では、誘導ノイズおよびポップコーンノイズなどを減らすことが望まれ、これによって高品質の超音波センサを製造することができる。

【0006】本発明の他の目的は、ノイズの混入を低減するようにした超音波センサを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電体膜を片持ち梁形式で支持体に支持し、圧電体膜の基端部付近を含む厚み方向の両表面に一对の各電極を形成した超音波センサにおいて、少なくともいずれか一方の電極は、前記基端部付近にのみ形成されることを特徴とする超音波センサである。

【0008】また本発明は、圧電体膜を片持ち梁形式で半導体基板上に支持し、圧電体膜の基端部付近を含む厚み方向の両表面に一对の各電極を形成した超音波センサにおいて、前記半導体基板上に、前記電極に接続されかつノイズを減らす回路を形成したことを特徴とする超音波

センサである。

【0009】

【作用】本発明に従えば、圧電体膜の厚み方向の両表面に形成される一对の各電極のうち、少なくともいずれか一方の電極は、圧電体の半導体基板などのような支持体に固定される基端部付近だけに形成されるようにし、これによって基端部付近で圧電体膜に作用する大きな応力に起因した大きな出力電圧を、導出することができ、前述の先行技術に関連して述べたように圧電体膜の小さい応力しか作用しない部分または応力が作用しない部分にも電極を形成することによる出力電圧のいわば平均化が防がれ、したがって感度の向上を図ることが可能になる。前記一对の電極のうち、いずれか一方だけの電極が基端部付近にのみ形成されてもよいけれども、2つの電極がいずれも基端部付近だけに形成されるようにしてもよい。

【0010】また本発明に従えば、前記電極に、ノイズを減らす回路、たとえば電界効果トランジスタを用いたソースホロワ回路を設け、これによって両電極間から取出される信号にノイズが混入することを防ぐことができる。前記ソースホロワ回路は、出力インピーダンスを低減させ、これによって誘導ノイズの混入を防ぐことができる。またこれらの電極は、別途設けたリード線などを介して前記ノイズを減らす回路に接続される構造とは異なり、直接に前記回路に接続される構造となるので、ポップコーンノイズなどの混入もまた、防ぐことができる。

【0011】

【実施例】図1(1)は本発明の一実施例の縦断面図であり、図2はその実施例の簡略化した平面図である。超音波センサ1は、p-形半導体基板2に、圧電体膜3が幅W1および長さL1の形状で受信超音波によって共振可能に片持ち梁形式で支持され、その基端部4付近を含む厚み方向の両表面に一对の各電極5、6が形成され、これらの電極5、6からの出力は、それらの電極5、6が直接に接続される電界効果トランジスタ7によって実現されるソースホロワ回路から導出される。圧電体膜3の振動する部分の幅W1は、たとえば数十μmであり、振動する部分の長さL1は数十〜数百μmであってもよい。一方の電極5は、この長さL1のほぼ全長にわたって形成される。この電極5は、たとえばPtなどであってもよく、たとえば2000〜3000Åである。圧電体膜3は、たとえばPbTiO<sub>3</sub>、であってもよく、あるいはまたZnO、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)、AlNまたはビニリデンフロライドポリマ(略称PVD F)などであってもよく、その圧電体膜3の厚みは、たとえば2μmである。他方の電極6は、たとえばアルミニウムであり、その厚みはたとえば2000〜3000Åであり、本発明に従えばこの電極6は、圧電体膜3の基端部4付近にだけ形成される。

【0012】電極5が形成される $\text{SiO}_2$ 膜8は、たとえば5000Åの厚みを有し、半導体基板2上に形成される。 $\text{SiO}_2$ 膜8に代えて、Bを高濃度ドーピングした $\text{Si}$ などであってもよい。

【0013】図1(2)は、片持ち梁形式で半導体基板2に支持されている圧電体膜3の長さ方向(図1(1)および図2の左右方向)に沿う各位置における超音波受信時の出力電圧分布を示す。圧電体膜3に作用する共振時の応力、したがって圧電出力は、基端部4付近で大きく、遊端部9付近ではごく小さい。本発明では、電極6は、基端部4付近で、長さ $L_2$ (図2参照)にわたってのみ形成され、したがってこの圧電体膜3の出力電圧が大きい領域での出力を得ることができる。したがって感度の向上を図ることができる。 $L_2/L_1$ は、たとえば20~30%であってもよい。

【0014】図3は、図1および図2に示される超音波センサの等価的な電気回路図である。電極6は電界効果トランジスタ7のゲート10に接続され、ソース電極11から、出力信号が導出される。半導体基板2には、抵抗12が形成され、ソース11に接続されて接地されてもよい。電極5は接地される。こうして電界効果トランジスタ7を用いるソースホロワ回路が実現される。ドレイン13は電源に接続される。ソース11の出力インピーダンスは、たとえば数 $k\Omega$ 程度に低くすることが可能であり、これによって誘導ノイズの出力信号への混入を防ぐことができる。また電極5、6が電界効果トランジスタ7の抵抗12およびゲート10に直接に接続されることによって、リード線などを用いたときに混入するおそれのあるポップコーンノイズを防ぐことができる。こうしてノイズの混入を防ぎ、S/Nの良好な超音波検出信号を得ることができる。抵抗12は、図解の便宜のために描いた抵抗であり、電界効果トランジスタ7のソース11に電極5を形成することによって、その抵抗12が同時に形成されてもよく、また外部より抵抗器をつないでもよい。参照符31、32は、端子を示す。

【0015】図4~図6を参照して、超音波センサ1の製造手順を述べる。まず図4(1)を参照して、 $p$ -形シリコン半導体基板2上には、エピタキシャル形成された $n$ -形 $\text{Si}$ 層14が形成されており、その上にさらに $\text{SiO}_2$ 層35が形成される。これを用いて、図4(1a)に示されるように、フォトリソグラフィとイオン注入の手法により、素子分離の役割を持つ $p$ 領域33、34を形成し、さらにその上に $\text{SiO}_2$ 層15を形成する。次に図4(2)に示されるように、 $\text{SiO}_2$ 層15に、ホトリソグラフィの手法で電界効果トランジスタ7のソース11およびドレイン13に対応した穴16、17を形成し、不純物を拡散して $n$ -形領域18、19を深く形成する。

【0016】そこで次に図4(3)に示されるようにホトレジスト膜20を形成し、電界効果トランジスタ7の

ゲート電極10に対応した穴21を、 $\text{SiO}_2$ 層15に形成し、イオン注入を浅く行い、こうして図4(4)に示されるように $p$ -領域22を形成する。

【0017】次に図5(1)を参照して、電界効果トランジスタ7の領域付近から、図2に示される幅 $W_1 \times$ 長さ $L_1$ にわたる電極5を形成する。この電極5を形成するにあたっては、まず、その電極5の材料となる $Pt$ を、スパッタリングまたは電子ビーム蒸着などの手法で、全面にわたって形成し、次にホトリソグラフィおよびエッチングの手法で、電極5を選択的に形成してパターンニングする。この電極5は、接地される。 $\text{SiO}_2$ 層15は、振動する部分では、参照符8で示してある。

【0018】そこで図5(2)に示されるように電極5上に、 $PbTiO_3$ である圧電体膜3を選択的に形成する。このとき領域19および22上には、参照符23、24で示される $\text{SiO}_2$ から成る自然酸化膜が形成される。

【0019】さらに引続いて図5(3)に示されるように、電極5の圧電体膜3から突出している部分付近に $\text{SiO}_2$ 層25を選択的に形成し、その後、図5(4)に示されるように、酸化膜24にホトリソグラフィ/エッチングの手法で穴をあけて、アルミニウムの電極6、26を形成する。電極26は、電界効果トランジスタ7のドレインである領域19に接続される。

【0020】次に図6に示されるように、環境安定化を図るためのパシベーション層27を選択的に形成した後、 $p$ -形半導体基板2の異方性エッチングを行い、図7に示されるモノリシック超音波センサ1が完成する。エッチング液は、(a)エチレンジアミン、ピロカテコールおよび水の混合液(略称EPW)、(b)KOHまたは(c)ヒドラジンなどであってもよく、これらのエッチング液は、半導体基板2の面方位(100)等に対するエッチング速度が、(111)面に対して、著しく大きいという性質を有しており、こうして凹字状の開口部28が、四角錐台または四角錐状に形成され、この開口部28の内面は、(111)面である。

【0021】図8は、本発明の他の実施例の簡略化した平面図である。1つの半導体基板2上に、前述の超音波センサ1と同様な構成を有する複数の超音波センサ1a~1dが形成され、個別的に対応して電界効果トランジスタ7a~7dが形成されて超音波受信出力がソースホロワで導出され、個別的なスイッチング動作を行うゲート回路29a~29dを経て処理回路30に与えられる。このような複数の超音波センサ1a~1dを配置してアレイを構成することによって、指向性を向上することができる。処理回路30に与えられるゲート29a~29dを介する各信号を遅延させ、それらの各遅延時間 $\Delta T_a \sim \Delta T_d$ を、受信される超音波の位相が一致するようにずらして設定して導出し、それらのゲート29a~29dの出力を加算して、感度の向上を図ることがで

【0022】

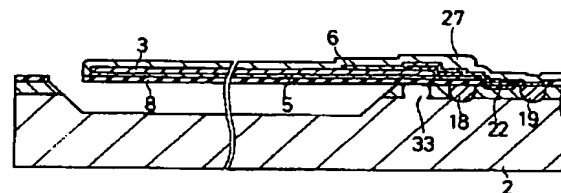
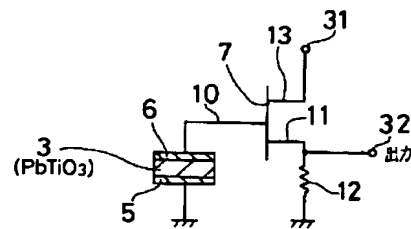
【００２３】さらに本発明によれば、半導体膜は半導体基板上に支持され、この半導体基板上にノイズを減らす回路を、前記電極に接続して形成し、これによって誘導ノイズおよびポップコーンノイズなどの各種のノイズの混入を防ぐことができる。

【図 3】超音波センサ 1 の簡略化した電気回路図である。

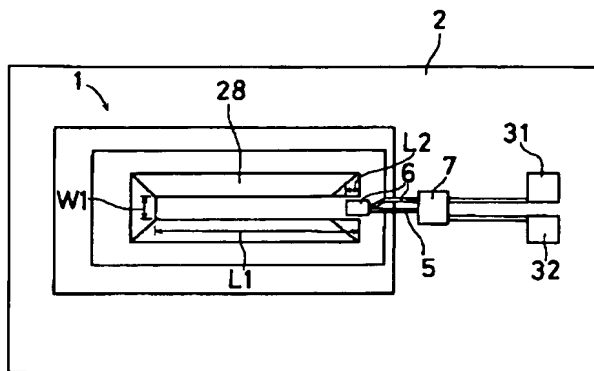
【図 8】本発明の他の実施例の簡略化した平面図である。

## 28 開口部

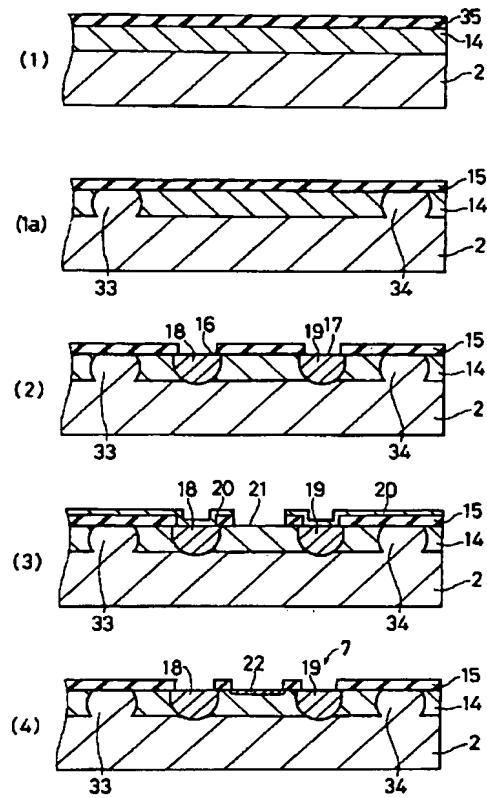
【図3】



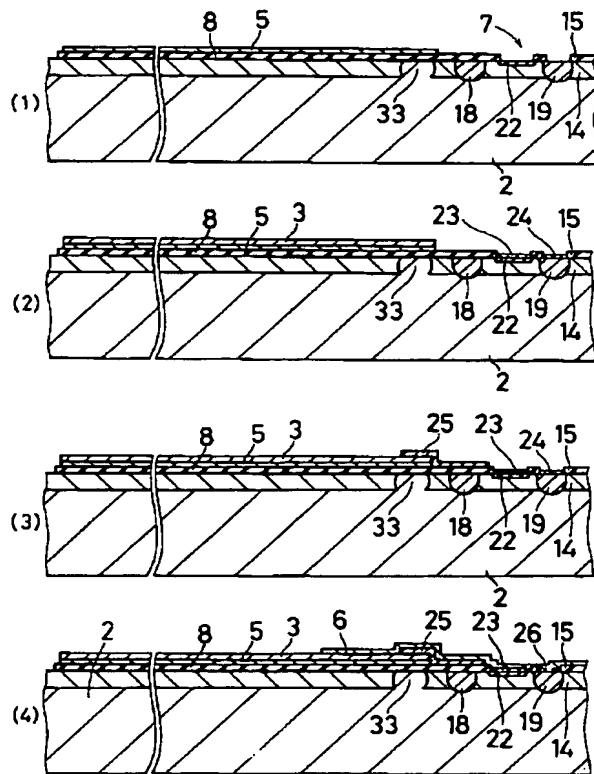
【圖2】



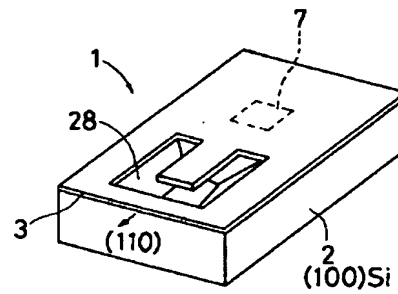
【圖4】



【図5】



【圖 7】



【図8】

